



TITLE:

脳におけるLogic-Dynamics(脳のダイナミクスと意識,複雑系5)

AUTHOR(S):

津田, 一郎

CITATION:

津田, 一郎. 脳におけるLogic-Dynamics(脳のダイナミクスと意識,複雑系5). 物性研究 1997, 68(5): 571-571

ISSUE DATE:

1997-08-20

URL:

<http://hdl.handle.net/2433/96124>

RIGHT:

脳における Logic-Dynamics

津田一郎 (北大大学院理学研究科数学専攻)

脳における各機能レベル間の相互作用に関する理論を構築することを目的に、ニューロンやニューラルネットに現れるシグモイド関数、閾値関数の起源に関する理論を展開した。脳の高次機能のひとつは論理的な推論である。これと感覚情報処理過程に現れる時空ダイナミックスの相互作用をとりあつかえるように理論を整備したい。そこで、まず論理的な推論過程を力学系に翻訳する方法を考え、推論過程は、与えられた論理のもとで、前提(P)から結論(C)を導く過程であるが、前提と結論を単位時間経過した後同一視することで、真理値に関する力学系に変換できる。このとき、次の二つの解釈がなりたつ。

- 1) $P \rightarrow C$ が時間発展のキャリアーで、得られた結論を次の前提とする $C \rightarrow P$ の過程は瞬時におこる。
- 2) $P \rightarrow C$ は論理なので瞬時におこるとし、得られた結論を次の前提とする $C \rightarrow P$ の過程が時間発展のキャリアーである。

この二つの解釈のいずれも形式的には、同一の力学系 $C(n+1) = f(C(n))$ を導く。
 1) を外部記述、2) を内部観測ということにすると、通常これらは、一致している。しかし、論理と命題によつては、両者で異なる力学に導くことがある。特に、真理値の定義域が複数の領域に分割され、そのいずれかで定数値をとるような場合は、外部記述と内部観測が異なることがある。

これを、カイネスとホスフォテイスの相互作用によってチャネルタンパクが機能発現する場合に応用することで、次の結果を得た。

- 1 外部記述では、二つの不動点しか得られず、trivial な力学系となるが、内部観測では、カオス的な真理値の挙動がみられる。
- 2 内部観測の場合のみ、真理値の不変測度がシグモイド型関数になる。
- 3 この場合、タンパクの自己記述のモデルとして、カオス的に変化する引数をもつ関数方程式の解領域は閾値関数を与える。

ここでは、真理値を連続値に拡張しているが、一般に、矛盾した自己言及命題には周期解が対応し、無矛盾な自己言及命題にはカオス解が対応する。このとき、不動点は二値論理の場合の正しい値であり、それが連続値に拡張されたことで、不安定化している。このように、論理自体は、決して"安定"なものでなく、これが我々が多くの論理をもちうる理由を与えているのかも知れない。

参考文献

I. Tsuda and K. Tadaki, A logic-based dynamical theory for a genesis of biological threshold, BioSystems (in press, 1997).